

## ELECTRONIC OPTICAL CIRCUIT

Publication number: JP6069490

Publication date: 1994-03-11

Inventor: YOSHIMURA TETSUZO; TATSUURA SATOSHI;  
TOYAMA WATARU; MOTOYOSHI KATSUSADA;  
ISHIZUKA TAKESHI; TSUKAMOTO KOJI; YONEDA  
YASUHIRO

Applicant: FUJITSU LTD

Classification:

- international: G02B6/122; G02F1/35; H01L27/15; H01S3/06;  
H01S3/10; H05K1/02; H01S5/026; G02B6/122;  
G02F1/35; H01L27/15; H01S3/06; H01S3/10;  
H05K1/02; H01S5/00; (IPC1-7): H01L27/15; G02B6/12;  
G02F1/35; H01S3/10

- european:

Application number: JP19920216920 19920814

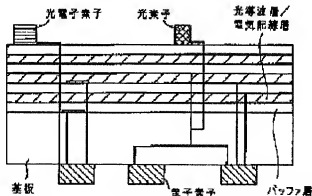
Priority number(s): JP19920216920 19920814

Report a data error here

### Abstract of JP6069490

**PURPOSE:** To simplify waveguide wiring in an optical circuit by providing optical devices and electronic devices and/or photoelectronic devices on both surfaces of a board and connecting to respective devices at least a part of optical waveguide and electrical wirings formed on the both surfaces of the board.

**CONSTITUTION:** Optical devices such as semiconductor laser, LED, photodiode, etc., or photoelectronic integrated circuits are fixed on the upper surface of a board where light a waveguide is formed, while electronic devices such as ICs, etc., are fixed on the lower surface of the board where electrical wiring are prepared. Then the both surfaces are connected by means of electrical wirings or optical wirings communicating each other in the board, an optical waveguide and an optical fiber are connected on the surface of an optical circuit, and optical waveguide devices and optical devices are integrated to constitute an electronic optical circuit at the same time. Further, when the optical waveguide is constructed by nonlinear optical effect materials such as pendant-added type polymer, etc., optical switches, modulators, etc., can be built in the board, thereby enabling flexible optical wiring.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



特開平6-69490

(43) 公開日 平成6年(1994)3月11日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 27/15		8934-4M		
G 0 2 B 6/12		B 9018-2K		
G 0 2 F 1/35		8106-2K		
H 0 1 S 3/10		Z 8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数14(全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平4-216920	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22) 出願日	平成4年(1992)8月14日	(72) 発明者	吉村 徹三 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72) 発明者	辰浦 智 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(72) 発明者	外山 弥 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 青木 朗 (外2名) 最終頁に続く

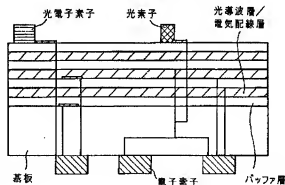
## (54) 【発明の名称】 電子光回路

## (57) 【要約】

【目的】 フレキシビリティに富み、複雑な光インターコネクションに対応できる電子光回路、また電子素子やO E I Cを配置し、電気的コンタクトを行うだけで光接続ができるような簡単な電子光回路、更に複数の光回路面で光を切りとりすることにより光回路内での導波路配線を簡素化する電子光回路を提供する。

【構成】 基板の両面に装着的な光デバイスと電子デバイスを形成し、又は光電子デバイスと基板の両面に形成した光導波路及び電気配線の少なくとも一部とを接続して電子光回路を構成し、また光導波路と光ファイバーとを光回路表面上で接続し、導波路デバイスとファイバーデバイスとを一体化して電子光回路を構成し、更に光スイッチ又は変調器を電子デバイス又は光デバイスの出力端子に対応させて電子光回路を構成して電圧印加による屈折率変化で光を光回路外部に射出させることによって目的を達成する。

本発明の第一態様の一例



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の両面に光デバイスと、電子デバイスおよび/または光電子デバイスとを装着してなり、基板の両面に光導波路及び電気配線が形成されており、その少なくとも一部が前記デバイスに接続されている、電子光回路。

【請求項2】 光デバイスが半導体レーザー、LED、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光ファイバ、ホログラフィック光学デバイス、光変調器及び光スイッチから選ばれた少なくとも一つ又はそれを載せたマルチチップモジュールであり、電子デバイスが半導体集積回路又は複数の半導体集積回路を載せたマルチチップモジュールまたはボードであり、光電子デバイスが光デバイスと電子デバイスとをチップ上に集積したオプトエレクトロニクス集積回路であるか、または、光デバイス、電子デバイス、OEICの中から選ばれた2種類以上のデバイスを載せたマルチチップモジュールまたはボードである請求項1に記載の電子光回路。

【請求項3】 基板上に光導波路、または光導波路および電気配線が形成された光回路において、光導波路と光ファイバーとの接続を、光回路上に光ファイバーを装着して行ない、かつ光導波路と光デバイスおよび/または光電子デバイスとの間を光ファイバーで接続することを特徴とする電子光回路。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の光回路において、光増幅導波路が更に形成された電子光回路。

【請求項5】 光導波路を形成した光回路基板上に、受光素子又は受光素子および発光素子を装着し、電子素子の入出力端子を受けるための電極を形成してなる請求項1、2、3又は4の電子光回路。

【請求項6】 光スイッチまたは変調器を電子デバイスまたは光電子デバイスの出力端子に対向させて形成した電子光回路において、電圧印加で生じた屈折率変化により光回路内の導波路から光回路外部に導波光の少なくとも一部を放射させてデータを送るようにしたことを特徴とする電子光回路。

【請求項7】 光スイッチまたは変調器を電子デバイスまたは光電子デバイスの出力端子に対向させて形成した電子光回路であって、電圧印加で生じた屈折率変化により光スイッチまたは光変調された光を光回路内の導波路から光回路外部に放射させ、データを送るようにした電子光回路。

【請求項8】 ポツケルス効果または光カー効果を利用して、光導波路から他の光導波路に光を切り換える光スイッチにおいて、光切り換えに係わる導波路のうちの少なくとも一つの導波路が、他の光導波路と異なるモード数を持つようにして配置して成ることを特徴とする光スイッチ。

【請求項9】 直線状に対向したチャネル型光導波路1

2

及び2と、該導波路1及び2の間隙に少なくとも出射光の一部を通過させるようにチャネル型光導波路3とを配置し、光導波路1（または2）と光導波路3に同一波長で干渉性の光を入射させて、上記間隙を含む領域にホログラムを形成せしめ、光導波路2（または1）から光導波路3へ、または光導波路3から光導波路2（または1）へ光路を変更させるようにした光路変換素子。

【請求項10】 請求項9においてチャネル型光導波路1及び2は同一モード数を有する導波路とし、チャネル型光導波路3は光導波路1及び2と異なるモード数を有する導波路として、光のモードを変換するようにしたモード変換素子。

【請求項11】 チャネル型光導波路1と、該導波路に平行でないようにチャネル型光導波路2とを配置し、これらの光導波路1及び2に同一波長で干渉性の光を入射させて両方の光のオーバーラップ部分にホログラムを形成せしめ、光導波路1から光導波路2へ、または導波路2から導波路1へ光路を変更させるようにした光路変換素子。

【請求項12】 請求項11において、チャネル型光導波路1とチャネル型光導波路2とが異なるモード数を有するようにして光をモード変換させるようにしたモード変換素子。

【請求項13】 チャネル型光導波路1とスラブ型導波路2とを配置し、光導波路1と2とに同一波長で干渉性の光を入射させて両方の光のオーバーラップ部分にホログラムを形成せしめ、光導波路1から光導波路2へ、または光導波路2から光導波路1へ光路を変更させるようにした光路変換素子。

【請求項14】 請求項13において、チャネル型光導波路1とチャネル型導波路2とが異なるモード状態を有するようにして光をモード変換させるようにしたモード変換素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子光回路に関し、更に詳しくはフレキシビリティに富み、複雑なインターコネクションに対応できる電子光回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光回路は、計算機的光インターコネクションや光交換機をはじめ、種々の光システムにおいて、重要な役割を果たしつつあることはよく知られている通りである。従来提案されている代表的な光回路の一例を図1に示す。この例では、ICやマルチチップモジュールなどの電子素子間を光導波路で結合し、信号伝達を行っている。しかしながら、この光回路において、ICの数が増加して接続が複雑になると、導波路を頻繁に交差させる必要を生じたり、また半導体レーザーやフォトダイオードとのインターフェースをスムーズにとったりすることが重要となる。また、ICの数が増加して接続

3

が複雑になると、導波路の屈折を大きくとらなければならないが、現在通常用いられているシングルモード導波路では、導波路の曲がりを大きくすることは困難である。一方、導波路に光スイッチや光変調機能をもたせようとすると、シングルモード導波路が望ましいというジレンマがあった。さらに、導波路光スイッチ、光変調器を駆動するためのIC、受信信号のアンプなどの電子デバイスが基板上に目白押しとなり実装上からも大きな問題となっている。

【0003】また、光インターコネクションなどにおいて、光アンプ機能があることが望ましいが、現在のところ、光アンプとしては、ErドープファイバーやPrドープファイバーのようにファイバー形状のものが大部分であり、光回路への適用が困難であるという問題がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記した従来の電子光回路の問題点を解決し、フレキシビリティに富み、複雑な光インターコネクションに対応できる電子光回路を提供することを目的とする。

【0005】本発明は、また、電子素子やOEICを配置し、電気的コネクタを行うだけで光接続ができるような簡便な電子光回路を提供することを目的とする。

【0006】本発明は、更に、複数の光回路間で光をやりとりすることにより、光回路間での導波路配線を簡素化することのできる電子光回路を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第一の態様では、基板の両面に光デバイスと、電子デバイス及び/又は光電子デバイスとを装着し、さらに多層回路を導入することにより、上記問題を解決することができる。

【0008】本発明の第二の態様では、従来、光導波路端面から行われていた光導波路と光ファイバーとの接続を光回路表面上で行わせ、導波路デバイスとファイバーデバイスとを一体化し、さらに他の電子光回路と接続することにより、更に好ましくは光増幅ファイバーを取り付け、光回路に必要な箇所の光を増幅することにより上記問題を解決することができる。

【0009】本発明の第三の態様では、光スイッチまたは変調器を電子素子の出力端子に対応させて形成した電子光回路において、電圧印加で生じた屈折率変化により光回路内の導波路から光回路外部に導波光の一部または全部を出力させてデータを送るようにした電子光回路によって上記問題を解決することができる。

【0010】本発明の第四の態様では、光スイッチにより、電子光回路の位置ごとにモード数を適宜変化させることにより、また、モード変換や光路変換を導波路ホログラム材料で行うことにより上記問題を解決することができる。

4

【0011】第五の態様では、(1)光増幅導波路を形成し、光回路に必要な箇所の光を増幅すること又は(1)受光素子や発光素子、更には光を供給するためのファイバーを装着し、また、電子素子の入出力端子を受けるための電極を形成し、通常の電子素子を置いて電気的接続をするだけで光接続ができるようにすることにより上記問題を解決することができる。

【0012】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明を以下の実施例に限定するものではないことはいうまでもない。

【0013】図2に、本発明の第一の態様の一例を概念的に示した。半導体レーザ、LED、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光ファイバ、ホログラフィック光学デバイス、光変調器、光スイッチ等の光デバイス(光素子)や光電子集積デバイス(光電子素子(OEIC))は光導波路を形成した基板の上に、電子素子(例えばIC)は電気配線を有する基板下面に装着されている。基板の上面と下面は基板を貫通した電気配線または光配線で接続されている。なお、図2において、上面に電子素子、下面に光素子や光電子集積デバイスが共存しているもよい。また、図3に示すように、基板の一方の面に電気配線、基板の他方の面に光導波路(及び電気配線)が共存しているもよい。

【0014】これらの電気配線及び光導波路の少なくとも一部はデバイスに接続されており、基板面上の電気配線は多層回路基板(例えばガラスセラミックス多層回路基板)であってもよく、光配線は多層光回路であってもよい。また、光導波路の一部または全部を例えばベンダント付加型ポリマー、主鎖型ポリマー、共役ポリマーなどの非線形光学効果材料で構成する場合には、光スイッチ、変調器などを基板に組み込むことができ、柔軟な光配線が可能となる。基板上には、複数の光デバイスおよび/または複数の電子デバイスおよび/または複数の光電子集積デバイスをチップ上に集積してなるマルチチップモジュールを装着することができる。電子デバイス及び/または光デバイス及び/または光電子デバイスをのせたボードをたてた形で装着することもできる。

【0015】前記したような両面回路は、例えば、下面電気配線および上面と上面との接続用の電気配線を従来の回路基板技術で形成した後、両面露光装置を用いたパターンニングプロセスにより多層光回路形成の手法(例えば特願平4-48961号(平成4年3月6日出願)参照)で作製することができる。なお、パッド層はポリマー、無機膜など、光吸収が少なく、屈折率が導波路より小さい物質であれば任意の材料から構成することができる。

【0016】図4に、本発明の第二の態様に従った電子光回路の一例を概念的に示した。この例では多層導波路構造の例を示したが、必ずしも多層構造とする必要はない。

5

い。この態様では半導体レーザ、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光スイッチ等の光デバイスと導波路の結合の全部または一部を、例えば石英やポリマーなどの材質の光ファイバー（光ファイバ）リボンもしくはハンドルを含む）を通して行う。その際、光回路面にあらかじめ光ファイバーを装着しておき、それと光デバイスを接続するか、または、光素子に接続されたファイバーを光回路面に接続する。或いは、光回路面にあらかじめファイバーを装着し、また光素子にもファイバーを接続しておき、それらを接続する光路面上に接続する。ファイバーと導波路の接続には、例えば、後で説明する光スイッチに示したようなホログラムを利用した方法によることができる。基板上に装着する素子は、光デバイス、電子デバイス、光電子デバイスや、複数の光デバイスおよび/または複数の電子デバイスおよび/または複数の光電子集積デバイスとをチップ上に集積してなるマルチチップモジュールとすることができる。また、これらをのせたボードとしてもよい。この場合、ボードは光回路面に対して、たてで設置することが望ましい。

【0017】また、光増幅ファイバーを例えば図4に示すように、光回路面から取り出してポンプ光（例えばトリウムドープガラスファイバーの場合は $\sim 680\text{nm}$ がポンプ光で $800\text{nm}$ 付近の光を増幅する。エルビウムドープガラスファイバーの場合は $1\mu\text{m}$ 付近のポンプ光で $1.5\mu\text{m}$ 付近の光を増幅）で増幅して光回路面に戻すことにより、必要な部分において光増幅を行うことができる。これにより光電変換後の電気的な増幅への負担が軽減し、または電気的増幅が不要になるため、システムを簡略化することができる。

【0018】図5に、本発明の第五の態様に従った電子光回路の他の例を示す。この例においては、導波路の一方は光アンプ機能を有する光増幅導波路である。ドープするイオンは使う波長により異なるが、例えば $1.5\mu\text{m}$ クロム帯ではEイオン、 $1.3\mu\text{m}$ クロム帯ではPイオン、 $0.8\mu\text{m}$ 帯ではTmイオンが使用できる。半導体レーザからの光をポンプ光（例えば波長 $0.98\mu\text{m}$ のレーザ光）で増幅し、これを光の供給源（光電源）とする。光回路には、例えばフォトダイオード（PD）などの光デバイスを装着されており、またICの入出力端子に対応して電極を形成してある。このような光回路基板にICを装着すると、ICの入出力端子の電圧に応じてEO（電気光学）ポリマー（ポッケルス効果を示すポリマーで、電圧に比例して屈折率が変化する）の屈折率変動が生じ、光電源の光の大部分または一部がピックアップされる。この光が他の入力ピンに対応して形成されたフォトダイオードに送られ光電変換により電気信号としてICに入力される。ここで信号光の強度が $0.1\sim 1\text{mW}$ オーダー程度と強ければ、電気的増幅が不要になるか、あるいは低増幅率の増幅で済むことになる。光増幅導波路が、光スイッチでピックアップ後の光信号の経路に置か

6

れていてもよい。またEOポリマーの位置は、図の位置に限定されず、導波路層、クラッド層又はこれらの両方の層に形成されていてもよい。

【0019】図6に、本発明の第三の態様に従った電子光回路の一例を示す。図6（A）、（B）及び（C）の例では、例えばシリコンウエハー上に幾つかのICをのせてマルチチップモジュール（MCM）の光回路基板を示す（図6（A）参照）。これらは図6（B）に示すように、マザーボード上に複数設置されていてもよい。これらの各MCMの出力は櫛形電極に接続されており、櫛形電極の他端はグラウンドに落ちている。櫛形電極は導波路上に設けられ、サイズは、導波路に電極が掛かっている限り出来るだけ小さいことが望ましい。また、櫛形電極下の導波路および/またはバッファ層はポッケルス効果を持つ電気光学物質、例えば、有機非線形光学結晶（例えばMNBA、DAN、MNAなどベンダント付加型ポリマー、主鎖型ポリマー、共役ポリマー）、電気光学ポリマー（例えば特願平3-132448号（平成3年3月26日出願）に記載のような）、化合物半導体（例えばIII-V族半導体やII-VI族半導体の超格子）などで構成することができる。なお、櫛形電極の変わりにグレーティング状の電極をつけ、基板との間に電圧がかけられるようにすることもできる。

【0020】導波光は、MCMの出力電圧により生じた屈折率変化により、印加電圧に応じてその一部または全部が導波路外に出射する。この光は、ホログラフィックオプティカルエレメントを経て、他の光回路基板に、導くことができ、他の光回路基板に設けられた受光素子により光電変換され、MCMの入力となる。この受光素子とアンプ回路がモノリシック化されたOEIC（光電子集積回路（例えばフォトディテクタと電気信号増幅回路がモノリシックに形成されている）を用いる）が有効である。あるいは、MCMの基板がS1などの半導体であれば、基板にフォトディテクタや電気増幅回路をつくりつけておくこともできる。また、一旦、光をホログラフィックオプティカルエレメントや回折格子を用いて導波路に変え、光スイッチ、光増幅素子（例えば半導体増幅器や導波路増幅器など）に誘導し、所定の処理のち光電変換してもよい。あるいは、所定の処理後、再び導波路外へ出射させ他の光回路基板に誘導することも出来る。さらに、光出射部にホログラフィックオプティカルエレメントをのせることにより、出射ビームの波面を制御し、所望の方向に光を誘導することもできる。

【0021】図6（A）の例ではICを幾つかのせたマルチチップモジュール（MCM）間での光伝達を示したが、図7はIC間で光伝達の例である。原理は図6と全く同じであるので説明は省略する。この場合は、ICの出力を光で伝達し、他のICに伝えている。また、以下の内容はMCMの例で説明されているが、IC間にもすべて適用されるものである。

【0022】図8は光回路への光供給形態の例である。LDアレイからの導入、ファイバからの導入、LDを光回路上に装着することによる導入などがある。このほか、OEICとして光回路基板上に設けることもある。

【0023】図9は変調を行った後、ホログラフィックオブティカルエレメントや回折格子により光を出射した例である。

【0024】図10は、マトリクス光スイッチや1×Nスイッチで切り換えた後出射するもので、配線を切り換え演算の自由度を増す効果がある。また、多段に出射部を設ける事によっても、出射先を選択できる。この場合、グレーティングの周期を変化させておけば出射角がコントロール可能となる。

【0025】図11では、マザーボード上にMCMとホログラフィックオブティカルエレメントが混在している。図12のようにマザーボードの周りにホログラフィックオブティカルエレメントを挿入することも可能である。

【0026】図13に、本発明の第四の態様の一例を示す。この態様では光回路の各位置において、ボックセル効果又は光力一効果を利用して、モード変換や光路変換を変化させることができる光スイッチ（光回路素子）が提供される。多層導波路の上側がマルチモード（または面方向にマルチモード）、下側がシングルモード導波路である。導波路及び/又はパッパ（クラッド）層が非線形光学導波路であり、光の大部分または一部を下層から上層にスイッチングしている。上側の光導波路1に移行した光は、この光導波路がマルチモード導波路であるため、導波路曲がりやを大きくすることができる。光導波路の材料は、スイッチ部が前記したような非線形光学材料であれば、他はパッシブ導波路でもよい。図14は光導波路2がシングルモードで、光導波路1及び3がマルチモードとした3層の例である。この例では光導波路2から光導波路1または3に光がスイッチングされる。図15は、図13の例とは逆に、下側がマルチモードの例である。このように、本発明によれば、基板上に多層状に光導波路を形成することができ、また多層の上層部に設けられた光導波路の少なくとも一部と、下部層に設けられた光導波路の少なくとも一部との間で光が移行するように構成してもよい。またこれらの例では、多層構造を示してきたが、通常のプレーナ構造において、同様の動作をさせることが可能なことは言うまでもない。また、シングルからマルチへという切り換えに限定されることもない。スビード導波路からnモード（ $n>3$ ）導波路への切り換えも可能である。

【0027】図16及び17は光インターコネクションに適した例である。これらの例によれば、チャネル型導波路からチャネル型導波路へ、またはスラブ型導波路からチャネル型導波路への光移行により、光スイッチを電子素子の出力端子に対応させて光回路基板を形成することにより、例えば、ICの出力電圧に応じた光信号を伝達

することができる。

【0028】図18は波長入の光の光路変更を導波路ホログラムで行う例である。図18の例について説明すると、この態様では光導波路1、2及び3を図の如く配置する。光導波路材料には特に限定はない。光導波路1及び2は直線上にあり、対向する導波路を形成し、更に第3の導波路3を形成する。また、対向する光導波路1及び2に対応して導波路レンズが形成されているが、第3の導波路3のレンズは必ずしも必要でない。ここに、図18(A)に示すように、同じ波長で干渉性の光を通すと、それらのクロスポイントでホログラムができる。その結果、向かい側の導波路3から出射した光入は光導波路2へ、逆に光導波路2から出射した光入は向かい側の導波路3に入る。以上のように、対抗する光を用いることにより、急激な光路変更を自動的に行うことができる。ホログラム形式領域は、感光性材料からなっており、これには、通常のホログラム材料が適用できる。

【0029】更に、図19に示すように、対抗する光導波路1及び2をシングルモード、第3の導波路3をマルチモードとして同様のプロセスを実行することにより、シングル/マルチモードのモード変換も可能となる。

【0030】図20及び21は、図18及び19の対向する2つの導波路のかわりに一本の導波路とし、これに平行でない第3の導波路3を形成した例で、図18及び19と同様にホログラムを作製すると、光路変更やシングル/マルチモード変換が可能となる。図22及び23はそれぞれスラブ型導波路とチャネル型導波路の間での光路変更及びシングル/マルチモード変換の例である。これらの場合は、少なくともホログラム形成領域は、ホログラム材料である必要があることは言うまでもない。

【0031】図24は、上述のような、モード変換機能を利用して、シングルモードでスイッチングし、これをマルチ化し、変換によりシングルモード化した例である。これによって、光電変換時にはシングルモード光となるので、マルチモードで問題となるスペクルノイズを効果的に抑制することができる。なお、上記した導波路材料やホログラム材料としては、従来公知の一般的材料を用いることができる。例えばガラス、シリコン、プラスチック等の支持体（基板）上に導波路のクラッド層となる膜を形成する。クラッド層を形成する膜の材料としては、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセテート、ポリメチルメタクリレート、ポリトリフルオロエチルメタクリレート等のポリマーおよびそれらのポリマーの混合物、およびかかるポリマーの構成モノマーからの共重合体等を用いることができる。上記ポリマーを溶媒に溶解し、支持体上にスピンコート等によって塗布し、バークしてクラッド層を作製する。次いで、その上層に導波路およびホログラムを形成する屈折率変調型感光性材料を塗布する。屈折率変調型の感光性材料としては、これまで、例えば、フォトポリマーハンドブック、フォトボ

リマー懇話会編、工業調査会発行、初版(1989)、442～457頁; NIKKEI NEW MATERIALS、1990年4月16日号、43～49頁; 材料技術、Vol.2、10(1984)、1～17頁、0 plus E、No.133(1990)、105～116頁等において多くの提案がなされており、本発明ではこれらの材料を使用することができる。例えば、低屈折率のポリマーと高屈折率のモノマーおよび光重合開始剤を構成要素とする材料が使用でき、低屈折率ポリマーとしてはポリメチルメタクリレート、ポリビニルアセテート等があり、高屈折率モノマーとしてはジプロモフェニルアクリレート、トリプロモフェニルアクリレート、ペンタプロモフェニルアクリレート、ビニルナフタレン、ビニルカルバゾール、トリメチロールプロパントリアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート等の混合物があり、光重合開始剤としては鉄-アレーン錯体系、有機過酸化物系、ビミダゾール系の開始剤等がある。感光膜の上層に、再び、感光膜よりも低屈折率で透明な膜をクラッド層として形成してもよい。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に従えば、フレキシビリティに富み、複雑なインターコネクションに対応できる電子光回路が実現でき、また光交換、光通信など光回路を使用するシステムに共通的に使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光回路の一例を示す図面である。

【図2】本発明の電子光回路の第一の態様の一例を示す図面である。

【図3】本発明の電子光回路の第一の態様の他の例を示す図面である。

【図4】本発明の電子光回路の第二の態様の一例を示す図面である。

【図5】本発明の電子光回路の第二の態様の他の例を示す図面である。

【図6】本発明の電子光回路の第三の態様の一例を示す

図面である。

【図7】本発明の電子光回路の第三の態様の他の例を示す図面である。

【図8】本発明の電子光回路の第三の態様の更に他の例を示す図面である。

【図9】本発明の電子光回路の第三の態様の更に他の例を示す図面である。

【図10】本発明の電子光回路の第三の態様の更に他の例を示す図面である。

【図11】本発明の電子光回路の第三の態様の更に他の例を示す図面である。

【図12】本発明の電子光回路の第三の態様の更に他の例を示す図面である。

【図13】本発明の第四の態様に従った光スイッチの一例を示す図面である。

【図14】本発明の光スイッチの他の例を示す図面である。

【図15】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図16】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図17】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図18】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図19】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

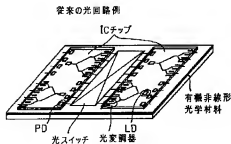
【図20】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図21】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

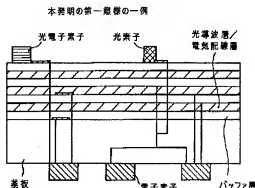
【図22】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図23】本発明の光スイッチの更に他の例を示す図面である。

【図1】



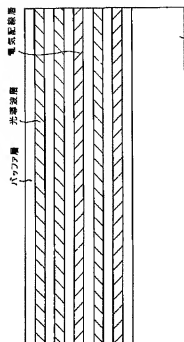
【図2】



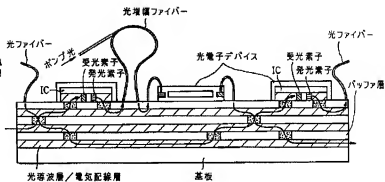


【図3】

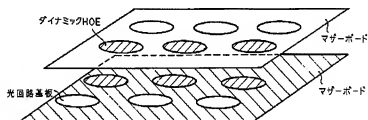
本発明の第一実施例の他の例



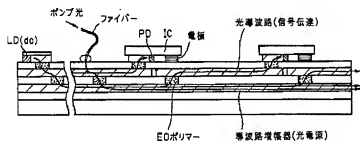
【図4】



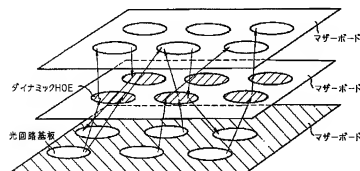
【図11】



【図5】

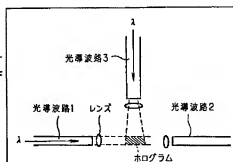


【図12】

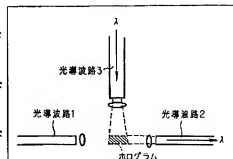


【図18】

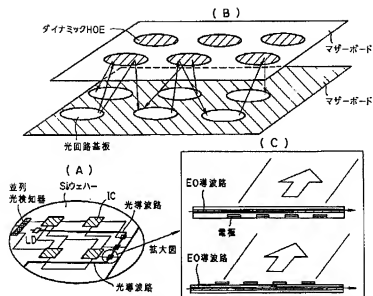
(A) ホログラム作成プロセス



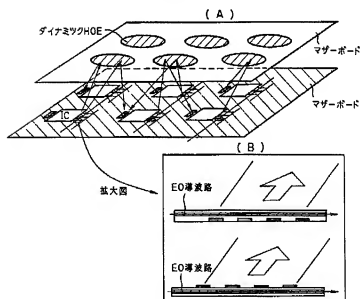
(B) 光路変換



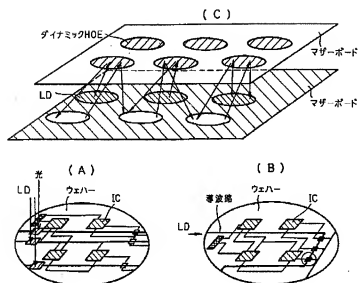
【図6】



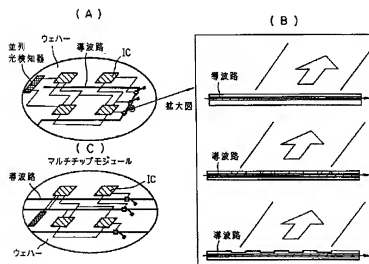
【図7】



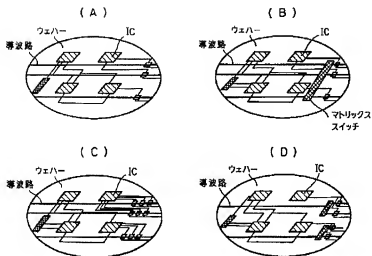
【図8】



【図9】

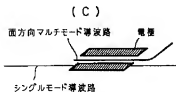
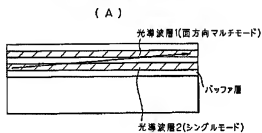


【図10】



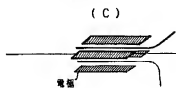
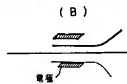
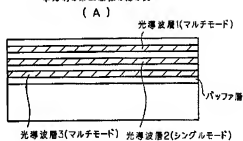
【図13】

本発明の第二態様の一例

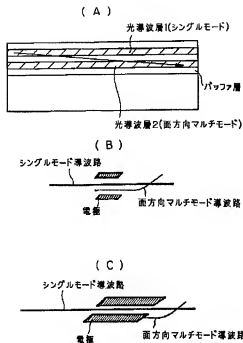


【図14】

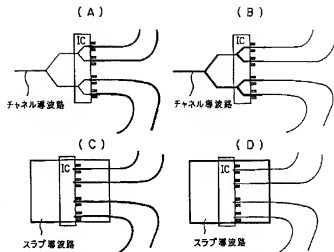
本発明の第二態様の他の例



【図15】

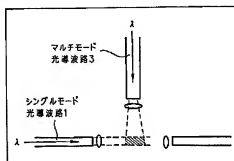


【図16】

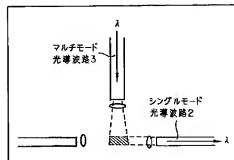


【図19】

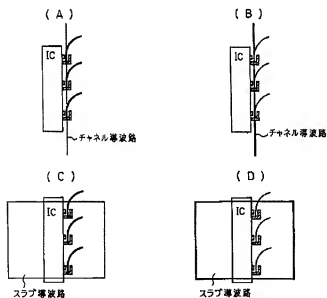
(A) ホログラム作製プロセス



(B) シングル/マルチモード変換

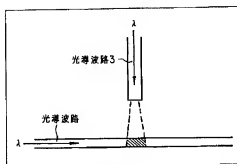


【図17】

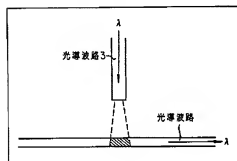


【図20】

(A) ホログラム作製プロセス

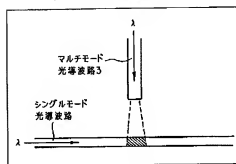


(B) 光路変換

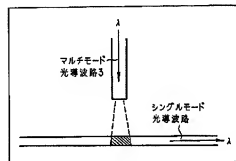


【図21】

(A) ホログラム作製プロセス

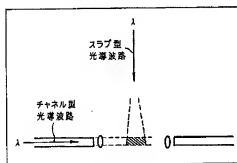


(B) シングル/マルチモード変換

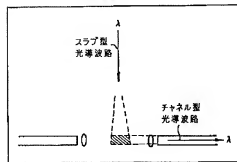


【図22】

(A) ホログラム作製プロセス

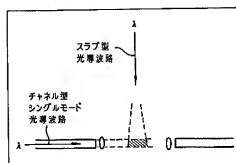


(B) 光路変換

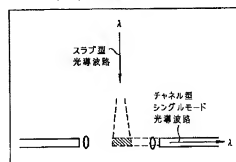


【図23】

(A) ホログラム作製プロセス



(B) モード変換



フロントページの続き

(72)発明者 本吉 勝貞

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 石塚 剛

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 塚本 浩司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 米田 泰博

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内